




# Device for optical distance measurement

**Patent number:** DE19840049  
**Publication date:** 2000-04-06  
**Inventor:** HINDERLING JUERG (CH); BENZ PAUL (CH)  
**Applicant:** LEICA GEOSYSTEMS AG (CH)  
**Classification:**  
- international: **G01S7/481; G01S17/02; G01S17/87; G01S17/10; G01S17/36; G01S7/481; G01S17/00; (IPC1-7): G01S17/08; G01C3/00**  
- european: **G01S7/481B; G01S7/481B1; G01S17/02C; G01S17/87**  
**Application number:** DE19981040049 19980902  
**Priority number(s):** DE19981040049 19980902

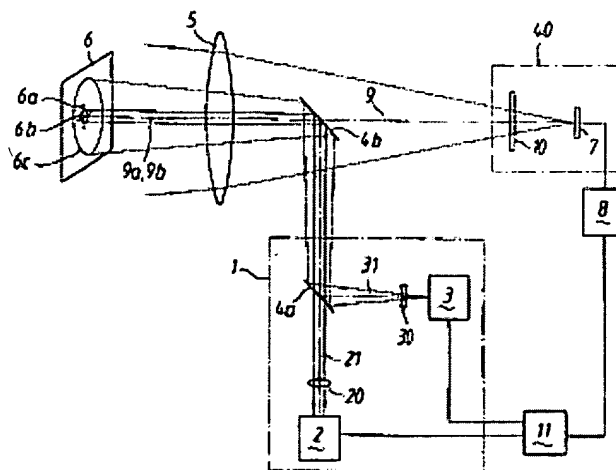
Also published as:

 EP0987564 (A1)  
 US6411371 (B1)  
 JP2000088566 (A)

Report a data error here

Abstract not available for DE19840049  
Abstract of correspondent: **US6411371**

The invention relates to a device for optical distance measurement in geodetic and industrial surveying. It comprises a transmitter unit (1) having one or two optical radiation sources (2, 3) which emit a diffraction-limited, visible radiation and a divergent visible or infrared radiation. The radiation of the two radiation sources (2, 3) is passed through a common lens (5) and directed toward a target object (6). The radiation reflected or scattered by the target object (6) is received by the same lens (5). Selection means (10; 10a, 10b, 10c; 11; 12a, 12b) for selecting the radiation or the radiation sources (2, 3) are provided. Consequently, the distance to cooperative and noncooperative target objects (6) can be measured at short and long distances with high positional resolution. When used in a theodolite, the three-dimensional coordinates of the target object (6) can be determined with very high accuracy.



Data supplied from the **esp@cenet** database - Worldwide

BEST AVAILABLE COPY

19 BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENT- UND  
MARKENAMT

12 Offenlegungsschrift  
10 DE 198 40 049 A 1

51 Int. Cl. 7:  
G 01 S 17/08  
G 01 C 3/00

21 Aktenzeichen: 198 40 049.7  
22 Anmeldetag: 2. 9. 1998  
43 Offenlegungstag: 6. 4. 2000

DE 198 40 049 A 1

71 Anmelder:  
Leica Geosystems AG, Heerbrugg, CH  
74 Vertreter:  
Stamer, H., Dipl.-Phys., Pat.-Anw., 35579 Wetzlar

72 Erfinder:  
Hinderling, Jürg, Dr., Marbach, CH; Benz, Paul,  
Diepoldsau, CH

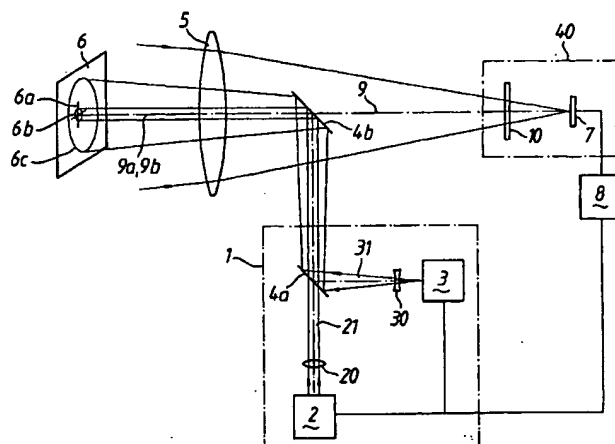
56 Entgegenhaltungen:  
DE 40 02 356 C1  
DE 43 16 348 A1  
DE 35 45 827 A1  
EP 03 13 518 B1  
EP 06 35 729 A1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gem. § 44 PatG ist gestellt

54 Vorrichtung zur optischen Distanzmessung

57 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Distanzmessung in der geodätischen und industriellen Vermessung. Sie weist eine Sendereinheit (1) mit einer oder zwei optischen Strahlungsquellen (2, 3) auf, die eine beugungsbegrenzte, sichtbare Strahlung und eine divergente sichtbare oder infrarote Strahlung emittieren. Die Strahlung beider Strahlungsquellen (2, 3) wird durch ein gemeinsames Objektiv (5) hindurchgeführt und auf ein Zielobjekt (6) gerichtet. Die vom Zielobjekt (6) reflektierte oder gestreute Strahlung wird von demselben Objektiv (5) empfangen. Es sind Selektionsmittel (10; 10a, 10b, 10c; 11; 12a, 12b) zur Selektion der Strahlung der Strahlungsquellen (2, 3) vorgesehen. Damit kann die Distanz zu kooperativen und nicht-kooperativen Zielobjekten (6) in geringen und großen Entfernungen mit hoher Ortsauflösung gemessen werden. Bei Einsatz in einem Theodoliten können die dreidimensionalen Koordinaten des Zielobjektes (6) mit höchster Genauigkeit bestimmt werden.



DE 198 40 049 A 1

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur optischen Distanzmessung in der geodätischen und industriellen Vermessung entsprechend den Merkmalen im Oberbegriff des Anspruchs 1.

Optische Distanzmesser finden vielfältige Einsatzmöglichkeiten in der geodätischen und industriellen Vermessung. Sie tragen dazu bei, zusammen mit einer Winkelmessung die dreidimensionalen Koordinaten von Zielpunkten oder Zielobjekten im Raum zu bestimmen. Die zu vermessenden Zielpunkte werden mit reflexionsunterstützenden Hilfsmitteln markiert. Andere Zielpunkte oder Zielobjekte werden als solche direkt angezielt. Deshalb wird aus meßtechnischer Sicht zwischen kooperativen und nicht-kooperativen Zielobjekten unterschieden. Kooperative Zielobjekte sind selbstleuchtende oder reflektierende Zielmarken wie Kugelreflektoren, Reflexfolien oder Tripelprismen. Nicht-kooperative Zielobjekte sind natürliche, raue Oberflächen wie zum Beispiel die von Bauwerken oder Gesteinen.

Die Zielobjekte werden mit einem Theodoliten, der einen auf dem Theodolitfernrohr aufgesetzten Entfernungsmesser enthält, oder mit einem Tachymeter, also einem Theodoliten mit einem integrierten Entfernungsmesser, anvisiert. Die Distanzmessung erfolgt nach dem Phasen- oder Laufzeitmeßprinzip mit intensitätsmodulierter oder gepulster Strahlung. Durch die Winkel- und Entfernungsmessung sind die dreidimensionalen Koordinaten der Zielobjekte bezüglich eines vorgegebenen Koordinatensystems bestimmt. Damit können einzelne Zielpunkte in der Geodäsie, in der Bau- oder Industrievermessung in ihren Koordinaten ermittelt werden. Oder es können mit kooperativen Zielmarken versehene Oberflächen z. B. von Flugzeugen vermessen werden (W. Huep, O. Katowski: Theodolitsysteme für industrielle und geodätische Messungen. In: Technische Rundschau Nr. 39, 1988, Seite 14-18).

Andererseits ist es auch möglich, die auf einer Landkarte oder auf einem Bauplan vorgegebenen Koordinaten mit einem Tachymeter und einem mit Reflektoren bestückten Lotstock vor Ort abzustecken. Dies ist im Bauwesen oder bei der Trassenführung im Straßenbau üblich. Auch zur Steuerung von Vortriebsmaschinen im Straßen-, Tunnel- und Bergbau werden Tachymeter eingesetzt.

Herkömmliche, auf Zielmarken messende elektronische Theodolite nutzen einen integrierten oder auf dem Theodolitfernrohr aufgesetzten Entfernungsmesser. Fast alle integrierten oder aufgesetzten Entfernungsmesser besitzen eine biaxiale Optik für Sende- und Empfangsstrahlen. Es ist auch ein Entfernungsmesser in koaxialer Optikausführung mit einem He-Ne-Laser als Lichtquelle aus der EP 0 313 518 B1 bekannt, der auf Reflexfolien und auf natürliche Objekte messen kann. Allerdings ist dies ein aufgesetzter Entfernungsmesser, der als solcher eine Parallaxe zur Theodolit-Zielachse aufweist und bei dem der Ort des Meßflecks und der Ort der Anzielung durch den Theodoliten nicht identisch sind.

Die biaxialen integrierten oder aufgesetzten Entfernungsmesser besitzen einen getrennten, im allgemeinen seitlich versetzten Sende- und Empfangsstrahlengang. Damit wird dem seitlichen Versatz des Lichtbündels bei der Reflexion an retroreflektierenden Zielmarken (z. B. Tripelprismen) Rechnung getragen, die einen einfallenden Lichtstrahl parallel und seitenversetzt reflektieren. Beim integrierten Entfernungsmesser wird die eine Hälfte des Theodolit-Fernrohrobjektives für den Sendestrahle und die andere Hälfte des Fernrohrobjektives für den Empfang des reflektierten Strahls genutzt. Hingegen besitzt ein Aufsatz-Entfernungs-

messer sowohl eine vollkommen getrennte optische Achse für die Sende- und Empfangsoptik als auch eine Parallaxe zur Zielachse des Theodolitfernrohres. Dies bedeutet, daß der Anzielpunkt, auf den die Zielachse des Theodolitfernrohres gerichtet ist, und der Ort des Meßflecks des Aufsatz-Entfernungsmessers auf dem Zielobjekt nicht identisch sind. Dies ist für Punktmessungen nachteilig. Unter anderem deshalb werden Aufsatz-Entfernungsmesser nach und nach durch integrierte Entfernungsmesser ersetzt.

Weiterhin sind biaxiale Distanzmesser bekannt, die die Distanz sowohl zu Reflektorzielen als auch zu nicht-kooperativen Zielobjekten mit natürlich rauher Oberfläche messen können. Beispielsweise werden solche Vorrichtungen zur Vermessung von schwer zugänglichen Oberflächen wie im Anlagenbau (Kühltürme von Kernkraftwerken), bei Brücken, Staumauern, in Steinbrüchen oder im Schiffsbau eingesetzt. Weitere Anwendungen liegen in der Profilmessung von Tunneln, Schächten und Straßen und in der Vermessung von Gebäudefassaden. Die Reichweite beträgt bei der Messung auf solche nicht-kooperativen Ziele wenige hundert Meter. Durch die Biaxialität dieser Distanzmesser wird eine Parallaxe hervorgerufen, die einen Versatz der Schwerpunktlage des Bildpunktes bewirkt. Dieser Effekt ist insbesondere im Nahbereich so ausgeprägt, daß eine Messung ohne zusätzliche technische Maßnahmen nicht möglich ist. Deshalb werden bei der Messung kurzer Entfernungen beispielsweise Vorsatzlinsen auf die Sende- und Empfangsoptik aufgesteckt, wie dies bei dem Entfernungsmesser WILD DIOR 3002S der Firma Leica der Fall ist. Dies bedeutet einen gewissen Handhabungsaufwand. Bei einer anderen technischen Lösung wird die Parallaxe durch Drehen eines kugelgelagerten Rhombusprismas in Abhängigkeit der Verschiebung der Fokulinse des Theodolitfernrohres kompensiert. (biaxialer Tachymeter Rec Elta RL der Firma Zeiss mit zwei Objektiven für die Sende- und Empfangsoptik). Eine derartige Kompensation der Parallaxe bedeutet mit den präzise bewegten optischen und mechanischen Bauteilen einen hohen technischen Aufwand und führt zudem zu einem großen und schweren Vermessungsinstrument.

Die bisher genannten biaxialen Distanzmesser arbeiten mit Strahlungsquellen, die infrarotes Licht mit großen Öffnungswinkeln aussenden. Die Lichtbündeldurchmesser betragen bei 100 Meter Entfernung bereits 15-20 cm. Bei Entfernungsmessungen zu Reflektoren sind zwar einerseits große Lichtbündeldurchmesser für das Auffinden der Reflektoren vorteilhaft.

Andererseits führt ein großer Lichtbündeldurchmesser für das Messen auf nicht-kooperative Ziele zu einer stark verringerten örtlichen Auflösung, da über die bestrahlte Fläche ein entsprechend den lokalen Reflexionseigenschaften intensitätsgewichteter Distanzwert erfaßt wird. Dadurch ergibt sich bei geneigten oder strukturierten Objektoberflächen nicht die wahre Distanz zum Zielpunkt des Entfernungsmessers. So sind z. B. auf der Objektoberfläche befindliche Erhebungen mit kleinem Durchmesser, Rohre und Leitungen an Fassaden oder in Innenräumen von Gebäuden oder die Strukturen von Fensterlaibungen wegen der großen Querschnittsfläche des Lichtbündels nicht meßbar. Selbst bei kurzen Distanzen von einigen Metern beträgt der Lichtbündeldurchmesser bereits mehrere Zentimeter. Deswegen werden auch Absätze in Oberflächen leicht vom großen Meßfleck überdeckt, wodurch ein fehlerhafter Entfernungsmesswert entsteht.

Bei geneigten Oberflächen, auf die das Meßlichtbündel nicht senkrecht fällt, können Inhomogenitäten der Objektoberfläche innerhalb des Meßflecks lokal unterschiedliche Reflexionsgrade bedingen. Solche Inhomogenitäten entstehen z. B. durch Verschmutzung, durch unterschiedliche An-

striche, Feuchtigkeit oder Rauigkeit von Oberflächen. Durch die örtlich unterschiedlichen Reflexionen innerhalb des Meßflecks kommt es zu einer ungleichen Gewichtung bei der Distanzmessung, so daß nicht die eigentliche Entfernung zum Durchstoßpunkt der Zielachse mit der zu vermessenden Oberfläche gemessen wird.

Schließlich ist wegen der Verwendung von infraroter Meßstrahlung die tatsächlich angemessene Objektstelle auf einer Oberfläche nicht erkennbar. Die Objektstelle wird nur indirekt entweder über die Fernrohr-optik des Tachymeters oder durch die Verwendung der sichtbaren Strahlung eines zur Zielachse des Entfernungsmessers ausgerichteten Laserpointers anvisiert.

Weiterhin sind handgehaltene Distanzmeßgeräte bekannt, die mit einer sichtbaren Meßstrahlung für nicht-kooperative Ziele bei kurzen Entfernungen arbeiten. Aus der DE 40 02 356 C1 wird ein Abstandsmeßgerät mit getrenntem Sende- und Empfangsstrahlengang für den Abstands-bereich von 2–10 m beschrieben. Es enthält zwei elektronisch komplementär schaltbare Laserdioden, von denen die eine ihre Lichtwellenzüge auf die Meßstrecke zum Ziel und die andere ihre Lichtwellenzüge auf eine geräteinterne Referenzstrecke zu Kalibrierzwecken schickt. Beide Lichtwellenzüge werden von demselben Fotoempfänger abwechselnd empfangen. In der Zeitschrift "Industrie", 11/92, Seite 6–8, wird ein Entfernungsmessgerät DME 2000 der Firma Sick GmbH beschrieben, das mit zwei Halbleiter-Laserdioden arbeitet. Das erforderliche Sendelicht erzeugt eine Laserdiode mit Kollimatoroptik, die zweite Laserdiode liefert das notwendige Referenzsignal direkt an den Empfänger. Das Sende- und Empfangsstrahlenbündel sind zueinander koaxial. Der Meßabstand zu natürlichen Oberflächen ist auf 4 Meter begrenzt. In der DE 43 16 348 A1 ist eine Vorrichtung zur Distanzmessung offenbart, die einen separaten Sende- und Empfangsstrahlengang besitzt und mit der auf natürlich rauhen Oberflächen bis zu 30 Meter Entfernung mit sichtbarer Strahlung gemessen werden kann.

Es ist die Aufgabe der Erfindung, eine Vorrichtung zur Distanzmessung für geodätische, baugewerbliche oder industrielle Vermessungszwecke anzugeben, mit der sowohl auf kooperative als auch auf nicht-kooperative Zielobjekte gemessen werden kann, die eine hohe örtliche Auflösung auch bei nicht-kooperativen Zielobjekten besitzt, so daß die Distanz zu kleinen Strukturen auf natürlich reflektierenden Oberflächen gemessen werden kann, mit der große und kleine Entfernungen mit geodätischer Genauigkeit gemessen werden können und mit der alle Arten von Zielobjekten in jedem Entfernungsbereich leicht und ohne Aufwand visuell angezielt werden können.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch die im Kennzeichen des Anspruchs 1 angegebenen Merkmale gelöst. Vorteilhaft Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen.

Im erfindungsgemäßen Distanzmesser sind in der Sender-einheit eine oder zwei optische Strahlungsquellen integriert, die zwei Strahlungs-bündel erzeugen. Die Strahlungs-bündel unterscheiden sich in ihrer Strahldivergenz, wobei die Strahlung des einen Strahlungs-bündels im sichtbaren Wellenlängenbereich liegt und beugungsbegrenzt ist. Das andere Strahlungs-bündel verläuft divergent. Es wird ein gemeinsames Objektiv sowohl für die auf das Zielobjekt gerichtete Strahlung als auch für den Empfang der vom Zielobjekt reflektierten oder gestreuten Strahlung genutzt. Zudem werden Selektionsmittel zur Unterscheidung der beiden Strahlungsarten bzw. Strahlungs-bündel eingesetzt. Insgesamt ergeben sich dadurch eine Reihe von Vorteilen bei der Vermessung in der Geodäsie, im Bauwesen und in der industriellen Vermessung. Die Vorteile sind die Anpassung an

unterschiedliche Arten von Zielobjekten, die sehr hohe Meßgenauigkeit und Meßsicherheit für den gesamten abzudeckenden Entfernungsbereich und leichte und schnelle Handhabungs- und Meßabläufe.

Die im Distanzmesser eingesetzten Strahlungsarten und die zugehörigen Divergenzen der Strahlungs-bündel sind optimal für verschiedene Zielobjektarten und Entfernungen angepaßt. Bei Meßaufgaben, bei denen mm- oder sub-mm-Meßgenauigkeit gefordert ist, werden Zielpunkte mit Reflektoren oder Reflexfolien markiert. Hierfür ist die Strahlung mit großer Strahldivergenz geeignet, da im Falle der Anwendung einer Laufzeitmeßmethode Inhomogenitäten gleicher Laufzeit durch große Strahldivergenzen geglättet werden.

Ebenso werden große Entfernungen mit Hilfe von Reflektoren gemessen. Auch hier ist die große Strahldivergenz von Vorteil, da der Reflektor aufgrund des großen Strahlquerschnitts am Reflektorort leicht erfaßt wird. Vorzugsweise wird infrarote Strahlung benutzt, so daß Bedienpersonen (Lotstockträger) oder Passanten nicht geblendet werden. Dies gilt insbesondere auch bei Messungen auf bewegliche kooperative Ziele im nahen Distanzbereich, bei denen die Bestrahlungsstärke des Meßlichtbündels groß ist.

Die Grobanzielung des Zielobjektes erfolgt durch visuelle Abschätzung oder mit einfachen Hilfsmitteln wie Kimme und Korn oder einem am Distanzmesser angebrachten Diop-ter. Bei Einbau des Distanzmessers in einen Theodoliten kann natürlich das Theodolitfernrohr für die Anzielung bei sehr großen Distanzen genutzt werden.

Für die Messung auf Zielobjekte mit natürlich rauhen Oberflächen wird die beugungsbegrenzte sichtbare Strahlung verwendet. Ein beugungsbegrenztes Strahlungs-bündel besitzt eine geringstmögliche Strahldivergenz und somit einen sehr geringen Strahlenbündeldurchmesser. Somit wird auf dem Zielobjekt ein Meßfleck mit einem nur geringen Durchmesser erzeugt. Deshalb können auch kleine Strukturen auf einer Oberfläche vermessen werden. Damit ist es überhaupt möglich, zum Beispiel dünne Rohre und elektrische Leitungen auf Fassadenoberflächen oder Innenräumen oder die räumliche Struktur von Oberflächen selbst zu vermessen. Zudem ist der Meßfleck der Meßstrahlung auf dem Zielobjekt sichtbar. Die Strukturen werden also mit der Meßstrahlung selbst angezielt und die Größe des Meßflecks ist erkennbar. Dadurch ist ein großer Handhabungs- und Schnelligkeitsvorteil gegeben. Zudem ist dadurch auch ein hohes Maß an Meßsicherheit gegeben. Es wird der wahre Entfernungswert ermittelt, denn Anziel- und Meßstrahl sind identisch. Ein separat angeordneter Laserpointer als Zielhilfe oder ein sonst notwendiger Blick durch eine Fernrohr-optik zur Anzielung entfällt.

Weiterhin dürfen bei Einsatz eines Lasers als beugungsbegrenzte Strahlungsquelle im sichtbaren Wellenlängenbereich nach den Lasersicherheitsvorschriften höhere Sendeleistungen abgestrahlt werden. Dieser Umstand begünstigt die Reichweite auf nicht-kooperative Zielobjekte, die im Vergleich zu den kooperativen Zielobjekten einen um mehrere Größenordnungen kleineren Reflexionsgrad aufweisen.

Neben dem Einsatz der beugungsbegrenzten sichtbaren Strahlung für nicht-kooperative Zielobjekte im Bereich geringerer Distanzen kann sie wegen der höheren Strahlungsleistung im Einzelfall auch für kooperative Zielpunkte bei besonders großen Entfernungen von vielen km verwendet werden. Allerdings ist es mit dem geringen Bündeldurchmesser schwierig, das Reflektorziel zu treffen.

Für den Routinemeßbereich herauf zu einigen km auf Reflektorziele wird das divergente Strahlungs-bündel genutzt. Diese kann darüber hinaus aber auch für nicht-kooperative Zielobjekte eingesetzt werden, bei denen es nicht auf eine

Vermessung sehr kleiner Strukturen ankommt.

Zur Anpassung der Messung auf verschiedenartige Zielobjekte und Entfernungen sind für die unterschiedlichen Strahlungsarten bzw. Strahlungsbündel Selektionsmittel vorgesehen. Die Selektionsmittel können verschiedene optische Filter oder/und Umschaltvorrichtungen sein. Beispielsweise kann eine Umschaltung zwischen den Strahlungsbündeln durch den Benutzer per Knopfdruck erfolgen, so daß sich der Benutzer bewußt für ein bestimmtes Strahlungsbündel für sein Meßproblem entscheiden kann. Die Umschaltung kann aber auch automatisch durch den Distanzmesser selbst, zum Beispiel in Abhängigkeit von der Messung der empfangenen Lichtintensitäten oder der gemessenen Entfernung erfolgen. Natürlich kann auch unabhängig von Meßkriterien ständig zwischen den Strahlungsbündeln mit einer bestimmten Taktfrequenz hin- und hergeschaltet werden. Ebenso ist aber auch eine gleichzeitige und kontinuierliche Strahlungsemission der beiden Strahlungsbündel und entsprechende kontinuierliche Beleuchtung des Zielobjektes möglich, wobei erst im Empfangsstrahlengang eine Selektion nach den Strahlungsbündeln erfolgt.

Deshalb kann die Selektion der Strahlung auf verschiedene Weisen mit Hilfe von unterschiedlichen Selektionsmitteln realisiert werden. Bei der gleichzeitigen Emission der zwei Strahlungsbündel können Filter als Selektionsmittel vor dem Detektor in den Empfangsstrahlengang gebracht werden. Die Filter lassen nur die eine oder nur die andere Strahlung hindurch. Hierzu kann zum Beispiel ein manuell bedienbares oder motorisch angetriebenes Filterrad mit entsprechenden Filtern eingesetzt werden. Es wird das jeweilige Strahlungsbündel von einem einzigen Detektor empfangen. Oder der Empfangsstrahlengang kann mit Hilfe eines selektiven Strahlenteilers in zwei Strahlengänge für jeweils ein Strahlungsbündel aufgeteilt sein, so daß zwei Detektoren gleichzeitig die jeweils empfangene Strahlung messen können.

Andererseits kann die Selektion der Strahlungsbündel bereits in der Sendereinheit erfolgen. So können in die Strahlengänge direkt vor der einen oder vor beiden Strahlungsquellen elektrooptische Vorrichtungen, mechanische Vorrichtungen, Filter oder ein steuerbarer Frequenzverdoppler oder Q-Switcher eingebracht werden, die jeweils alternierend ein Strahlungsbündel blockieren oder unterdrücken und die andere als Meßstrahlung freigeben. Natürlich können auch die Strahlungsquellen selbst jeweils ein- und ausgeschaltet werden, so daß überhaupt nur ein Strahlungsbündel emittiert wird. In diesen Fällen sind dann Filter im Empfangsstrahlengang prinzipiell nicht notwendig. Um aber Fremdlucht zu eliminieren und ein hohes Signal/Rauschverhältnis zu erreichen, sind zusätzliche Filter natürlich sinnvoll.

Die Strahlungsbündel werden alternativ oder gleichzeitig durch das Objektiv in Richtung Zielobjekt hindurchgeführt. Für diese Durchführung sind grundsätzlich alle Bereiche des Objektivs geeignet. Es können daher auch mehrere unterschiedliche Bereiche der Objektivpupille für die Emissionsstrahlung genutzt werden. Die reflektierte Strahlung kann wiederum von einem anderen Objektivbereich empfangen werden.

Vorzugsweise werden beide Strahlungsbündel mit dem Bündelschwerpunkt im Zentrum des Objektivs, also koaxial zur optischen Achse des Objektivs geführt. Dies hat den Vorteil, daß die Empfängerachse und gleichzeitig oft als Zielachse dienende optische Achse des Objektivs gemeinsam mit den beiden Senderachsen der emittierten Strahlungsbündel auf das Zielobjekt ausgerichtet ist. Das Zielobjekt wird somit genau an der selben Stelle anvisiert, zu der auch die Entfernung gemessen wird. Dadurch wird eine sehr

genaue Entfernungsmessung erreicht. Die Koaxialität der Emissionsstrahlung bedeutet dabei nicht notwendigerweise, daß der Strahlenquerschnitt rotationssymmetrisch zur Achse des Objektivs sein muß. Ein bezüglich der optischen Achse asymmetrisch geformter Strahlenquerschnitt ist auch möglich. Der Flächenschwerpunkt des Strahlenquerschnitts sollte vorzugsweise mit der optischen Achse des Objektivs zusammenfallen.

Dasselbe Objektiv ist zudem auch für den Empfang der reflektierten Strahlung konzipiert. Deshalb ist der Distanzmesser zugleich auch parallaxefrei und es müssen deswegen keine zusätzlichen Maßnahmen für einen sonst notwendigen Ausgleich der Parallaxe ergriffen werden. Natürlich müssen dabei das Objektiv und zugehörige weitere optische Elemente entsprechende Qualitäten hinsichtlich der Transmission der Strahlungen aufweisen.

Wird der Distanzmesser in einen Theodoliten eingebaut, können neben der Distanz auch die Winkelkoordinaten des Zielobjektes bestimmt werden. Der Theodolit mißt den horizontalen und vertikalen Winkel der zum Zielobjekt gerichteten optischen Achse des Theodolitfernrohres in einem vorgegebenen Koordinatensystem. Der Distanzmesser kann prinzipiell als separates Meßinstrument im Theodoliten eingebaut oder auf das Theodolitfernrohr aufgesetzt werden. Jedoch ergeben sich zusätzliche Vorteile, wenn Distanzmesser und Theodolit zu einem Gerät mit nur einem einzigen Objektiv verschmolzen werden. Das Objektiv dient dann sowohl dem Distanzmesser als auch dem Theodolitfernrohr. Hierdurch existiert nur eine einzige Zielachse. Auf diese Zielachse beziehen sich sowohl die Distanzmessung mit zu dieser Achse koaxialem Send- und Empfangsstrahlengang als auch die Winkelmessung. Dadurch wird ein Höchstmaß an Genauigkeit bei der Bestimmung der dreidimensionalen Koordinaten des Zielobjektes erreicht. Es werden dabei verschiedene Arten von Zielobjekten in verschiedenen Distanzbereichen mit hoher Auflösung schnell und sicher in ihren dreidimensionalen Koordinaten vermessen.

Im folgenden werden Ausführungsbeispiele der Erfindung anhand der Zeichnung näher erläutert. Es zeigen in schematischer Darstellung:

Fig. 1 einen erfindungsgemäßen Distanzmesser mit zwei Strahlungsquellen,

Fig. 2 eine Variante gemäß Fig. 1 mit einer Emissionssteuerung der Strahlungsquellen,

Fig. 3 eine Variante gemäß Fig. 1 mit einer Transmissionssteuerung,

Fig. 4 einen Distanzmesser mit einer einzigen Strahlungsquelle und zwei verschiedenen Strahlungsbündeln

Fig. 5a eine Variante gemäß Fig. 1 mit zwei Detektoren,

Fig. 5b eine Variante gemäß Fig. 5a mit einem wellenlängenselektiven Strahlenteiler,

Fig. 6 einen Distanzmesser mit einer beliebigen Strahlengangaufteilung im Objektiv,

Fig. 7 einen im Strahlengang eines Theodolitfernrohres integrierten erfindungsgemäßen Distanzmesser und

Fig. 8 eine Variante gemäß Fig. 7 mit anderen Strahlengängen.

In Fig. 1 ist schematisch ein erfindungsgemäßes Distanzmeßgerät dargestellt. Es beinhaltet eine Sendereinheit 1 mit zwei Strahlungsquellen 2, 3. Die eine Strahlungsquelle 2 emittiert beugungsbegrenztes sichtbares Licht in einem Strahlungsbündel 21. Vorzugsweise wird als Strahlungsquelle 2 eine Laserdiode verwendet. Heutige käufliche Laserdioden emittieren eine beugungsbegrenzte Strahlung nur in einer Ebene, während in der dazu senkrechten Ebene eine größere Strahldivergenz vorhanden ist. Diese wird mit separaten optischen Elementen 20, z. B. mit Zylinderlinsen oder einem Apodisationsfilter kollimiert. In neueren Laserdioden

können solche optischen Elemente 20 bereits integriert sein.

Die andere Strahlungsquelle 3 emittiert ein Strahlungsbündel 31 mit einer relativ großen Strahldivergenz. Die Strahldivergenz kann bereits bei der Emission der Strahlung entstehen oder sie kann durch optische Elemente 30 erzeugt werden. Die Wellenlänge der Strahlung liegt vorzugsweise im infraroten Wellenlängenbereich. Bei Verwendung von sichtbarem Licht wird in diesem Ausführungsbeispiel eine andere Wellenlänge als die des ersten Strahlungsbündels 21 genutzt. Als Strahlungsquelle 3 werden ebenfalls Laserdioden oder auch Leuchtdioden eingesetzt. Die Laserdioden besitzen gegenüber den Leuchtdioden vorteilhafterweise eine kleinere Sendefläche, eine höhere Leuchtkraft und sind kostengünstiger, jedoch benötigen sie eine aufwendigere Ansteuerelektronik.

Die Strahlungsbündel 21, 31 beider Strahlungsquellen 2, 3 werden mit Hilfe von optischen Einkoppelementen 4a, 4b durch ein Objektiv 5 hindurchgeführt und auf ein Zielobjekt 6 gerichtet. Als optische Einkoppelemente 4a, 4b können Strahlenteiler oder Teilerwürfel verwendet werden. Das Einkoppelement 4a kann zudem auch ein mit optischen Schichten versehener Strahlenteiler sein, der die Strahlung der einen Strahlungsquelle 2 besonders gut hindurchläßt und gleichzeitig die Strahlung der anderen Strahlungsquelle 3 besonders gut reflektiert. Ebenso kann als Einkoppelement 4a auch ein Spiegel mit einem Loch sein, der das divergente Strahlungsbündel 31 reflektiert, während das beugungsbegrenzte sichtbare Strahlungsbündel 21 durch das Loch hindurchgeführt wird. Das im Strahlengang nachfolgende Einkoppelement 4b kann auch als Spiegel zur Reflexion beider Strahlungsbündel 21, 31 ausgebildet sein.

Die von den Strahlungsquellen 2, 3 emittierte Strahlung kann an verschiedenen Stellen durch das Objektiv 5 in Richtung Zielobjekt 6 hindurchgeführt werden. In Fig. 1 ist eine zur optischen Achse 9 des Objektivs 5 koaxiale Strahlungsführung dargestellt, bei der die Achsen 9a, 9b der Strahlungsbündel 21, 31 mit der optischen Achse 9 zusammenfallen.

Der Durchstoßpunkt der optischen Achse 9 am Zielobjekt 6 wird durch ein Kreuz 6a dargestellt. Der Meßfleck 6b des beugungsbegrenzten Strahlungsbündels 21 und der Meßfleck 6c des divergenten Strahlungsbündels 31 sind in diesem Ausführungsbeispiel konzentrisch zum Kreuz 6a.

Die vom Zielobjekt 6 reflektierte oder gestreute Strahlung wird vom Objektiv 5 aufgenommen. Das Objektiv 5 dient somit zugleich als Sende- und Empfangsobjektiv. Die empfangene Strahlung wird vom Objektiv 5 auf einem optoelektronischen Detektor 7 in einer Detektoreinheit 40 abgebildet. Die Detektorsignale werden an eine Steuer- und Auswerteeinheit 8 geführt, in der die Distanz zum Zielobjekt 6 nach dem Phasen- oder Laufzeitmeßprinzip ermittelt wird. Demgemäß wird die emittierte Strahlung durch geeignete Betriebsweise der Strahlungsquellen 2, 3 entsprechend intensitätsmoduliert oder gepulst.

Vor dem Detektor 7 ist im Empfangsstrahlengang ein Selektionsmittel 10 zur Selektion der vom Objektiv 5 empfangenen Strahlung der Strahlungsquellen 2, 3 vorgesehen. Das Selektionsmittel 10 kann eine manuell oder elektrisch bediente Vorrichtung wie zum Beispiel ein Filterrad oder ein Filterschieber sein, die einzelne optische Filter in den Strahlengang einbringen. Die einzelnen Filter lassen die Strahlung nur der einen Strahlungsquelle 2 oder nur der anderen Strahlungsquelle 3 hindurch. Solche Vorrichtungen sind an sich bekannt und werden daher nicht näher dargestellt. Damit empfängt der Detektor 7 selektiv und nacheinander die Strahlung der Strahlungsquellen 2, 3, wobei die Strahlung anderer Wellenlängen abgeblockt wird.

In Fig. 2 ist ein ganz anders aufgebautes Selektionsmittel

11 schematisch dargestellt. Das Selektionsmittel 11 steuert die Emission der Strahlungsquellen 2, 3 derart, daß nur die eine oder nur die andere Strahlungsquelle 2, 3 Strahlung emittiert. Somit gelangt auch nur das eine oder nur das andere Strahlungsbündel 21, 31 auf den Detektor 7, mit dem die Entfernungsmessung durchgeführt wird. Insofern können bei diesem Ausführungsbeispiel beide Strahlungsbündel 21, 31 sogar dieselbe Wellenlänge besitzen. Vorzugsweise wird aber für das divergente Strahlungsbündel infrarotes Licht verwendet. Zusätzlich ist es natürlich von Vorteil, in den Empfangsstrahlengang in der Detektoreinheit 40 Filter 10 einzusetzen, die im wesentlichen nur die Strahlung beider Strahlungsquellen 2, 3 transmittieren. Damit wird unerwünschtes Streulicht anderer Wellenlängen vom Detektor 7 ferngehalten und somit das Signal-/Rauschverhältnis verbessert. Das Filter 10 kann fest im Empfangsstrahlengang installiert werden, wenn es entsprechend auf die Wellenlängen der von den beiden Strahlungsquellen 2, 3 emittierten Strahlung abgestimmt ist.

Gemäß Fig. 3 steuert das Selektionsmittel 12a, 12b die Transmission der Strahlung in den Strahlengängen nach den Strahlungsquellen 2, 3 derart, daß nur das eine oder nur das andere Strahlungsbündel 21, 31 durch das Objektiv 5 auf das Zielobjekt 6 geführt wird. Ein derartiges Selektionsmittel 12a, 12b kann elektrooptisch als Kerrzelle oder als Flüssigkristallzelle ausgeführt sein, die je nach angelegter Spannung lichtdurchlässig sind. Als alternative mechanische Ausführungsformen dienen manuell oder elektromechanisch betätigte Schieber, Klappen, schließbare Blenden oder ein Drehrad mit entsprechender Öffnung und Abdeckung. Auch in diesem Ausführungsbeispiel können beide Strahlungsbündel 21, 31 dieselbe Wellenlänge besitzen.

Im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 4 wird nur eine einzige Strahlungsquelle 2 eingesetzt, die in einer ersten Ausgestaltung ein beugungsbegrenztes, im sichtbaren Wellenlängenbereich liegendes Strahlungsbündel 21 erzeugt. Durch Einfügen eines optischen Elementes 30 mit strahlaufweitenden Eigenschaften in den Strahlengang entsteht alternativ ein divergentes Strahlungsbündel 31. Somit liefert die Sendereinheit 1 beide Arten von Strahlungsbündeln 21, 31 durch Entfernen des optischen Elements 30 aus dem Strahlengang oder durch dessen Einfügung in den Strahlengang. Die Wellenlänge der beiden Strahlungsbündel 21, 31 ist in diesem Fall dieselbe.

Die in Fig. 4 gezeigte Strahlungsquelle 2 kann aber auch ein 2-Wellenlängen-Laser sein, der beugungsbegrenztes Licht im infraroten Wellenlängenbereich emittiert. Das optische Element 30 erzeugt ein divergentes Strahlungsbündel 31. Durch Frequenzverdopplung bei ausreichender Strahlungsintensität erzeugt der zwei-Wellenlängen-Laser zusätzlich ein im sichtbaren Wellenlängenbereich liegendes beugungsbegrenztes Strahlungsbündel 21. Dieses Strahlungsbündel 21 wird ohne das strahlaufweitende optische Element 30 auf das Zielobjekt 6 gerichtet. In diesem Fall besitzen die beiden Strahlungsbündel 21, 31 unterschiedliche Wellenlängen.

Wird das optische Element 30 in seinen optischen Eigenschaften, insbesondere dem wellenlängenabhängigen Brechungsindex, derart gestaltet, daß es kurzwelliges Licht kaum aufweitet und langwelliges Licht stark aufweitet – gegebenenfalls auch in Zusammenarbeit mit dem fokussierenden optischen Element 20 –, so kann das optische Element 30 im Strahlengang fest eingebaut werden. Aus der Sendereinheit 1 treten gleichzeitig ein beugungsbegrenztes sichtbares Strahlungsbündel 21 und ein divergentes infrarotes Strahlungsbündel 31 aus. In diesem Fall müssen zur Unterscheidung der Strahlungsbündel 21, 31 als Selektionsmittel wellenlängenabhängige optische Filter 10, 10a, 10b oder

wellenlängenselektive Strahlenteiler 10c verwendet werden, wie sie in den vorhergehenden Figuren und in Fig. 5a, 5b gezeigt sind. Somit kann die Sendereinheit 1 mit nur einer Strahlungsquelle 2 auch in Kombination mit den Detektoreinheiten 40 gemäß Fig. 5a, 5b oder mit der Integration des Distanzmessers in einem Theodoliten gemäß Fig. 7 und 8 eingesetzt werden.

Im übrigen können die Filter 10, 10a, 10b als Selektionsmittel auch generell im Strahlengang der Sendereinheit 1 eingesetzt werden in Ergänzung oder anstelle ihres Einsatzes im Empfangsstrahlengang in der Detektoreinheit 40.

Im Gegensatz zu der zeitlich nacheinander durchgeführten Detektion der Strahlungsbündel 21, 31 gemäß den Fig. 1-3 werden in den Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 5a und Fig. 5b die Strahlungsbündel 21, 31 gleichzeitig detektiert. Das Zielobjekt 6 wird mit der Strahlung beider Strahlungsquellen 2, 3 gleichzeitig beleuchtet. Die vom Objektiv 5 empfangene Strahlung wird gemäß Fig. 5a durch einen Strahlenteiler 4c aufgeteilt. In den nachfolgenden Strahlengängen sind optische Filter 10a, 10b als Selektionsmittel angeordnet. Dadurch gelangt das eine Strahlungsbündel 21 auf den einen Detektor 7a und das andere Strahlungsbündel 31 auf den anderen Detektor 7b. Somit können beide Strahlungsbündel 21, 31 simultan gemessen und in der Steuerung und Auswerteeinheit 8 ausgewertet werden. Je nach Entfernungsbereich wird in der Auswerteeinheit 8 automatisch oder durch Voreinstellung oder manuell der entsprechende Meßwert zur Anzeige oder/und zur Weiterverarbeitung ausgewählt. Mit den fest eingebauten Selektionsmitteln 10a, 10b sind keine mechanisch beweglichen Bauteile weder im Sende- noch im Empfangsstrahlengang des Distanzmessers notwendig. Auch eine Umschaltung in der Sendereinheit 1 wird bei diesem Ausführungsbeispiel nicht benötigt.

Auch für die in Fig. 5b dargestellte Variante sind keine mechanischen oder elektronischen Umschaltvorrichtungen notwendig. Sie enthält als Selektionsmittel einen wellenlängenselektiven Strahlenteiler 10c. Dieser ist derart aufgebaut, daß er die Strahlung der einen Strahlungsquelle 2 transmittiert und die Strahlung der anderen Strahlungsquelle 3 reflektiert oder umgekehrt. Hierbei sind ebenso wie im Ausführungsbeispiel gemäß Fig. 5a Strahlungsbündel 21, 31 mit unterschiedlichen Wellenlängen notwendig. Die empfangene Strahlung aus beiden Strahlungsquellen 2, 3 wird simultan durch die Detektoren 7a, 7b erfaßt und gemessen.

In den bisherigen Ausführungsbeispielen gemäß Fig. 1 bis 5 sind die auf das Zielobjekt 6 gerichteten Strahlungsbündel 21, 31 coaxial zur optischen Achse 9 des Objektivs 5 angeordnet. Es ist von Vorteil, wenn diese Strahlenbündel eine deutlich geringere Querschnittsfläche als die des Objektivs 5 besitzen, damit möglichst viel von dem vom Zielobjekt 6 reflektierten oder gestreuten Licht mit dem Objektiv 5 aufgenommen und auf den Detektor 7 beziehungsweise auf die Detektoren 7a, 7b fokussiert werden kann. Die koaxiale Anordnung der Strahlungsbündel 21, 31 hat zudem noch den Vorteil, daß die Achsen 9a, 9b der Strahlungsbündel 21, 31 und die optische Achse 9 des Objektivs 5 zu einer gemeinsamen Zielachse zusammenfallen. Somit sind die Strahlungsbündel 21, 31 exakt auf das Zielobjekt 6 ausgerichtet und können von vornherein den "richtigen" Weg für die Distanzbestimmung durchlaufen. Die Querschnittsflächen der Strahlungsbündel 21, 31 können rotationssymmetrisch oder asymmetrisch zu ihren Achsen 9a, 9b sein. Insbesondere kann der Schwerpunkt der Querschnittsfläche des einen sichtbaren Strahlungsbündels 21 exakt und die des anderen Strahlungsbündels 31 mit geringer Abweichung mit der optischen Achse 9 des Objektivs 5 in Überdeckung gebracht werden. Eine geringe Abweichung des Schwerpunktes der Querschnittsflächen ist für die Messung auf Retrore-

flektoren hinsichtlich des Signal-/Rauschverhältnis etwas günstiger.

Die Achsen 9a, 9b der Strahlungsbündel 21, 31 können aber auch voneinander und von der optischen Achse 9 des Objektivs 5 verschieden sein. Dies ist in Fig. 6 schematisch gezeigt. Die von den Strahlungsquellen 2, 3 emittierte Strahlung wird durch andere Pupillenbereiche des Objektivs 5 hindurch auf das Zielobjekt 6 gerichtet. Auch die empfangene Strahlung wird gemäß Fig. 6 durch einen zur optischen Achse 9 seitlich versetzten Pupillenbereich des Objektivs 5 hindurchgeführt. Die Sendereinheit 1 und die Detektoreinheit 40 sind dabei derart angeordnet, daß eine achsparallele Strahlführung ermöglicht wird. Für eine verbesserte Entfernungsmessung im Nahbereich ist ein abbildendes optisches Element 16 im Empfangsstrahlengang angeordnet. Selbstverständlich kann auch eine andere als die in Fig. 6 gezeigte Pupillenaufteilung des Objektivs 5 gewählt werden.

Ein Distanzmesser gemäß den obigen Ausführungsbeispielen kann mit einem Winkelmeßsystem kombiniert oder zusammen mit einem solchen integriert werden. Damit ist die Bestimmung der dreidimensionalen Koordinaten des Zielobjektes 6 mit der Polarmethode (zwei Winkelwerte, ein Distanzwert) möglich.

Der erfindungsgemäße Distanzmesser kann aber auch in einen Theodoliten als selbständiges Meßinstrument eingebaut werden. Die Winkelmessung mit dem Theodoliten bezieht sich auf die optische Achse des Theodolitfernrohrs, während die Distanzmessung entlang der optischen Achse 9 des Objektivs 5 des Distanzmessers erfolgt. Wegen der getrennten optischen Achsen entstehen gewisse Fehler in der Koordinatenbestimmung.

Deshalb ist es vorteilhaft, wenn die optische Achse des Theodoliten mit der des Distanzmessers zusammenfällt und sich alle Meßparameter nur auf eine gemeinsame Achse beziehen. In Fig. 7 ist eine solche Integration von Distanzmesser und Theodolit schematisch gezeigt. Das Objektiv 5 gehört gemeinsam sowohl dem Distanzmesser als auch dem Fernrohr des Theodoliten an. Durch einen Strahlenteiler 4d im Empfangsstrahlengang wird ein Teil des empfangenen Lichtes ausgekoppelt und über ein Okular 14 dem Betrachter 15 zugeführt. Der Betrachter kann somit das Zielobjekt 6 mit dem Theodolitfernrohr anvisieren. Die auf dieselbe optische Achse 9 bezogene Winkel- und Distanzmessung bestimmt die dreidimensionalen Koordinaten des Zielobjektes 6 mit höchster Genauigkeit. Über einen weiteren Strahlenteiler 4e können zudem auch Bilder des Zielobjektes 6 und dessen Umgebung durch eine Kamera 13 aufgenommen werden.

Fig. 8 zeigt gegenüber Fig. 7 eine Variante des in einem Theodoliten integrierten erfindungsgemäßen Distanzmessers mit anderen Verläufen der Strahlengänge. Ein Strahlenteiler 4f in der Sendereinheit 1 reflektiert das sichtbare Licht der einen Strahlungsquelle 2, während er für die Strahlung der anderen Strahlungsquelle 3 in Transmission arbeitet. Danach gelangt die Strahlung der Strahlungsquellen 2, 3 durch eine Öffnung in einem Spiegel 4g zum Objektiv 5 und zum Zielobjekt 6. Die dort reflektierte oder gestreute und anschließend vom Objektiv 5 empfangene Strahlung wird über den Spiegel 4g auf den Detektor 7 und das Fernrohr-Okular 14 gelenkt. Der in Fig. 8 gezeigte Spiegel 4g ist als ebener Spiegel ausgebildet. In abgewandelter Form kann dieser auch eine gekrümmte Spiegelfläche zum Fokussieren der empfangenen Strahlung aufweisen. In diesem Fall kann die Brechkraft des Objektivs 5 entsprechend niedriger gewählt oder das Objektiv 5 sogar durch den derart gekrümmten Spiegel ersetzt werden. Selbstverständlich kann in diesem Ausführungsbeispiel das Okular 14 auch durch eine Kamera 13 ersetzt oder diese zusätzlich gemäß Fig. 8 einge-



fügt werden.

### Patentansprüche

1. Vorrichtung zur optischen Distanzmessung in der geodätischen und industriellen Vermessung mit
  - einer Sendereinheit (1) zur Emission von optischer Strahlung zu einem Zielobjekt (6),
  - einem Objektiv (5) zum Empfang der von dem Zielobjekt (6) reflektierten oder gestreuten Strahlung und zur Abbildung auf einem optoelektronischen Detektor (7, 7a, 7b) in einer Detektoreinheit (40) und
  - einer Steuer- und Auswerteeinheit (8) zur Ermittlung der Distanz zum Zielobjekt (6), **dadurch gekennzeichnet**, daß
    - die Sendereinheit (1) eine oder zwei optische Strahlungsquellen (2, 3) zur Erzeugung zweier trennbarer Strahlungsbündel (21, 31) aufweist, wobei das eine Strahlungsbündel (21) beugungsbegrenzt ist und im sichtbaren Wellenlängenbereich liegt und das andere Strahlungsbündel (31) divergent ist und im sichtbaren oder infraroten Wellenlängenbereich liegt,
    - optische Einkoppelemente (4a, 4b) derart vorgesehen sind, daß die Strahlungsbündel (21, 31) aus der Sendereinheit (1) durch das Objektiv (5) in Richtung Zielobjekt (6) hindurchtreten und
    - Selektionsmittel (10, 10a, 10b, 10c; 11; 12a, 12b) vorgesehen sind, die in der Sendereinheit (1) die gleichzeitige oder alternative Emission der Strahlungsbündel (21, 31) steuern oder/und die in der Detektoreinheit (40) die getrennte Detektion der empfangenen Strahlung steuern.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß als Selektionsmittel ein oder mehrere optische Filter (10, 10a, 10b) oder wellenlängenselektive Strahlenteiler (10c) im Strahlengang der vom Objektiv (5) empfangenen Strahlung vorgesehen sind.
3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Selektionsmittel eine elektronische Umschaltvorrichtung (11) zur Steuerung der Emission der Strahlungsquellen (2, 3) vorgesehen ist, mit der nur das eine oder nur das andere Strahlungsbündel (21, 31) erzeugt wird.
4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß als Selektionsmittel eine elektrooptische oder mechanische Umschaltvorrichtung (12a, 12b) zur Steuerung der Transmission der Strahlung in den Strahlengängen nach den Strahlungsquellen (2, 3) vorgesehen ist, mit der nur das eine oder nur das andere Strahlungsbündel (21, 31) zum Objektiv (5) weitergeführt wird.
5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß optische Elemente (30) zur Erzeugung des divergenten Strahlungsbündels (31) vorgesehen sind.
6. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Querschnittsfläche der Strahlungsbündel (21, 31) beim Durchgang durch das Objektiv (5) deutlich kleiner ist als die des Objektivs (5).
7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Strahlungsbündel (21, 31) koaxial zur optischen Achse (9) des Objektivs (5) verlaufen.
8. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß ein zur optischen Achse (9) seitlich

verschobener Pupillenbereich des Objektivs (5) zur Hindurchführung der emittierten oder/und empfangenen Strahlung vorgesehen ist, wobei die Sendereinheit (1) und die Detektoreinheit (40) entsprechend einer achsparallelen Strahlführung angeordnet sind.

9. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als Strahlungsquelle (2) ein Laser oder ein zwei-Wellenlängen-Laser vorgesehen ist.

10. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß als zweite Strahlungsquelle (3) ein Laser oder eine Leuchtdiode vorgesehen ist, die infrarotes Licht emittieren.

11. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die emittierte Strahlung intensitätsmoduliert oder gepulst ist und die Distanzmessung nach dem Phasenmeßprinzip oder dem Laufzeitmeßprinzip erfolgt.

12. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optischen Einkoppelemente (4a, 4b) Strahlenteiler, Teilerwürfel, Spiegel oder mit einem Loch versehene Spiegel sind.

13. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die optische Achse (9) des Objektivs (5) zusätzlich die Zielachse eines integrierten Winkelmeßsystems (16) ist.

14. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß ein Strahlenteiler (4d) im Empfangsstrahlengang vorgesehen ist, durch den ein Teil der empfangenen Strahlung auf eine elektronische Kamera (13) abgezweigt wird.

15. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß das Objektiv (5) zusammen mit einem Okular (14) zugleich ein Fernrohr bildet.

16. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß sie in einem Theodolit-Meßsystem mit einem gemeinsamen Objektiv (5) zur Winkel- und Distanzmessung integriert ist.

---

Hierzu 9 Seite(n) Zeichnungen

---



Fig. 1

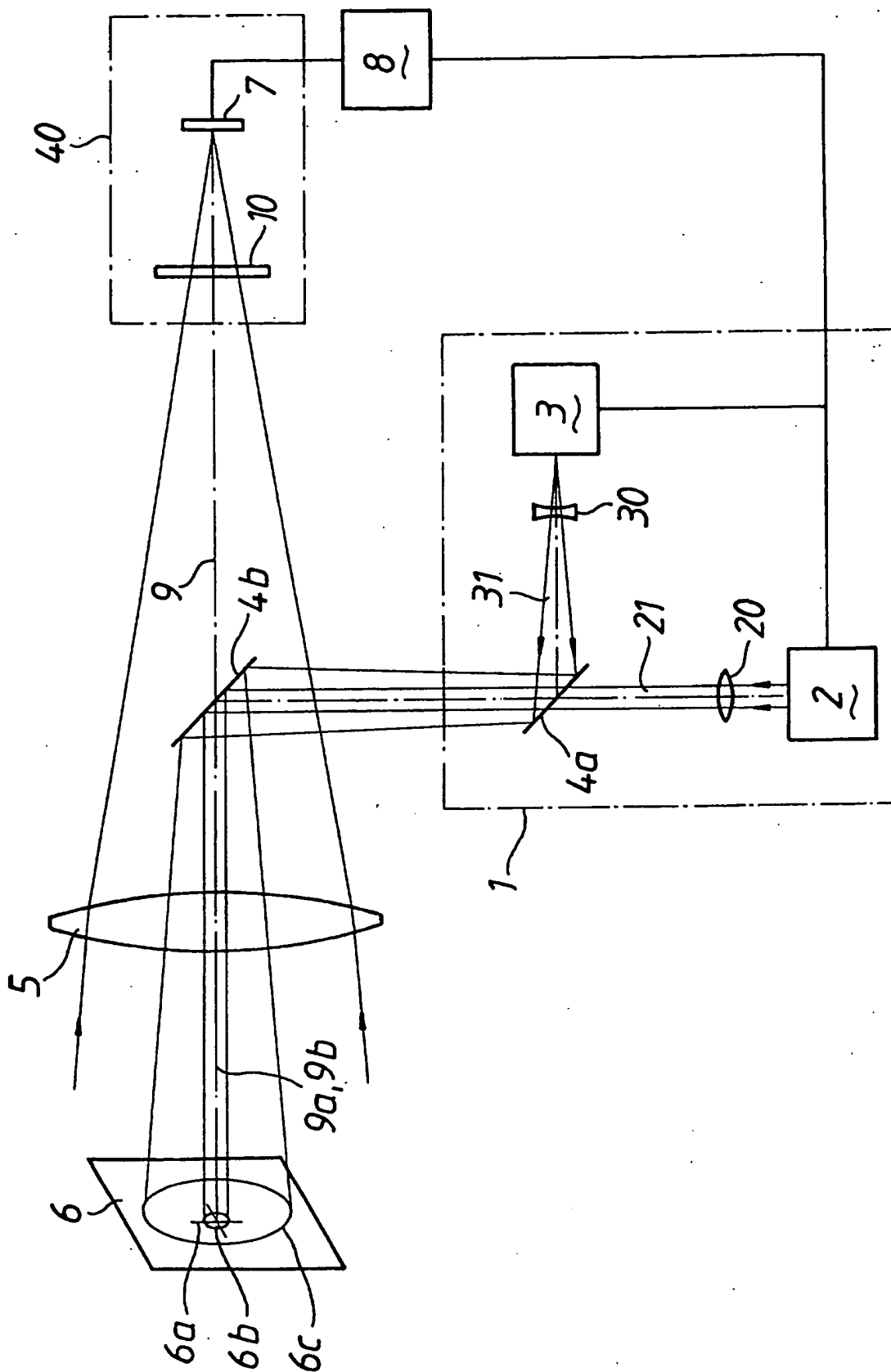


Fig. 2

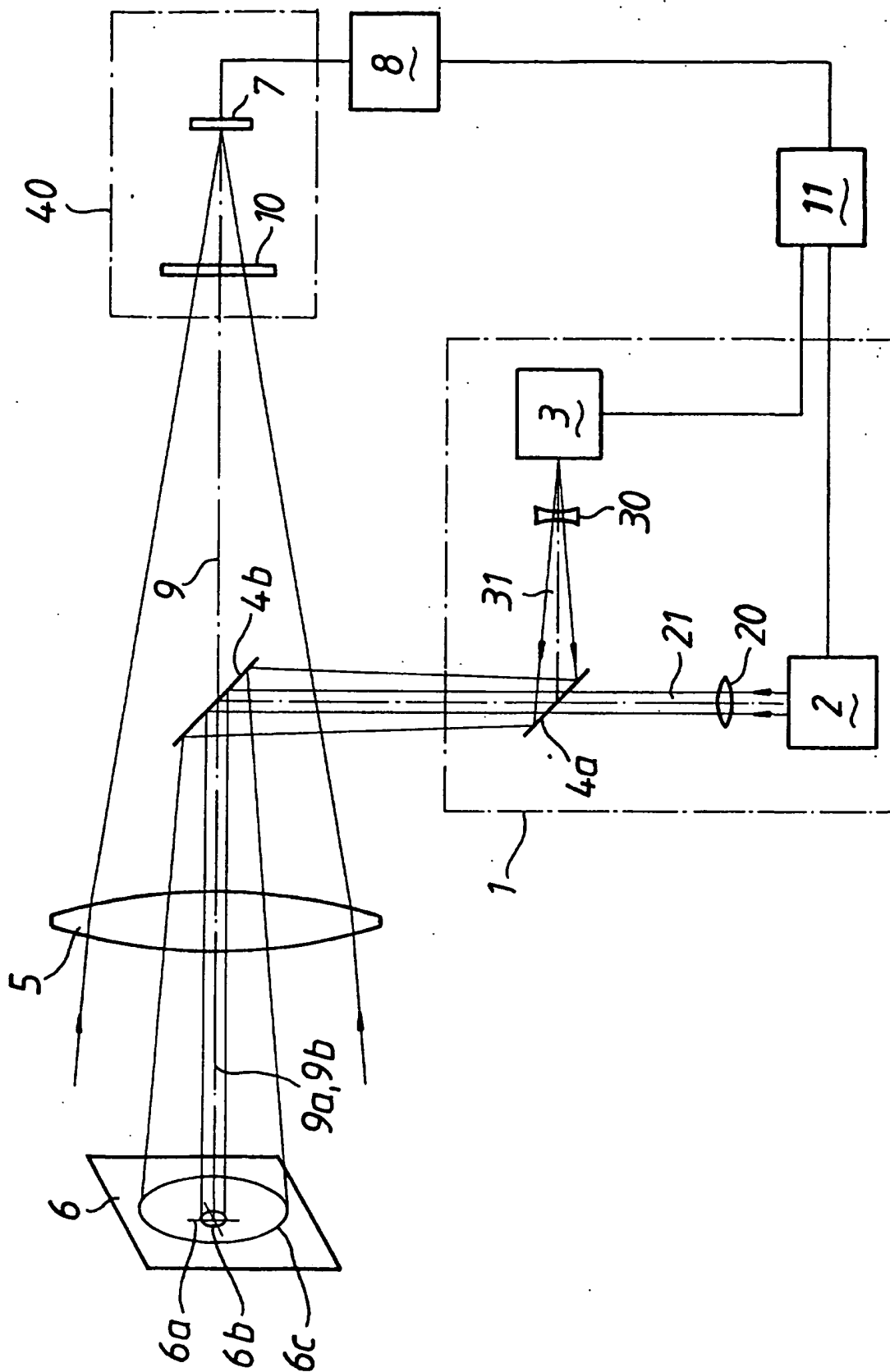


Fig. 3

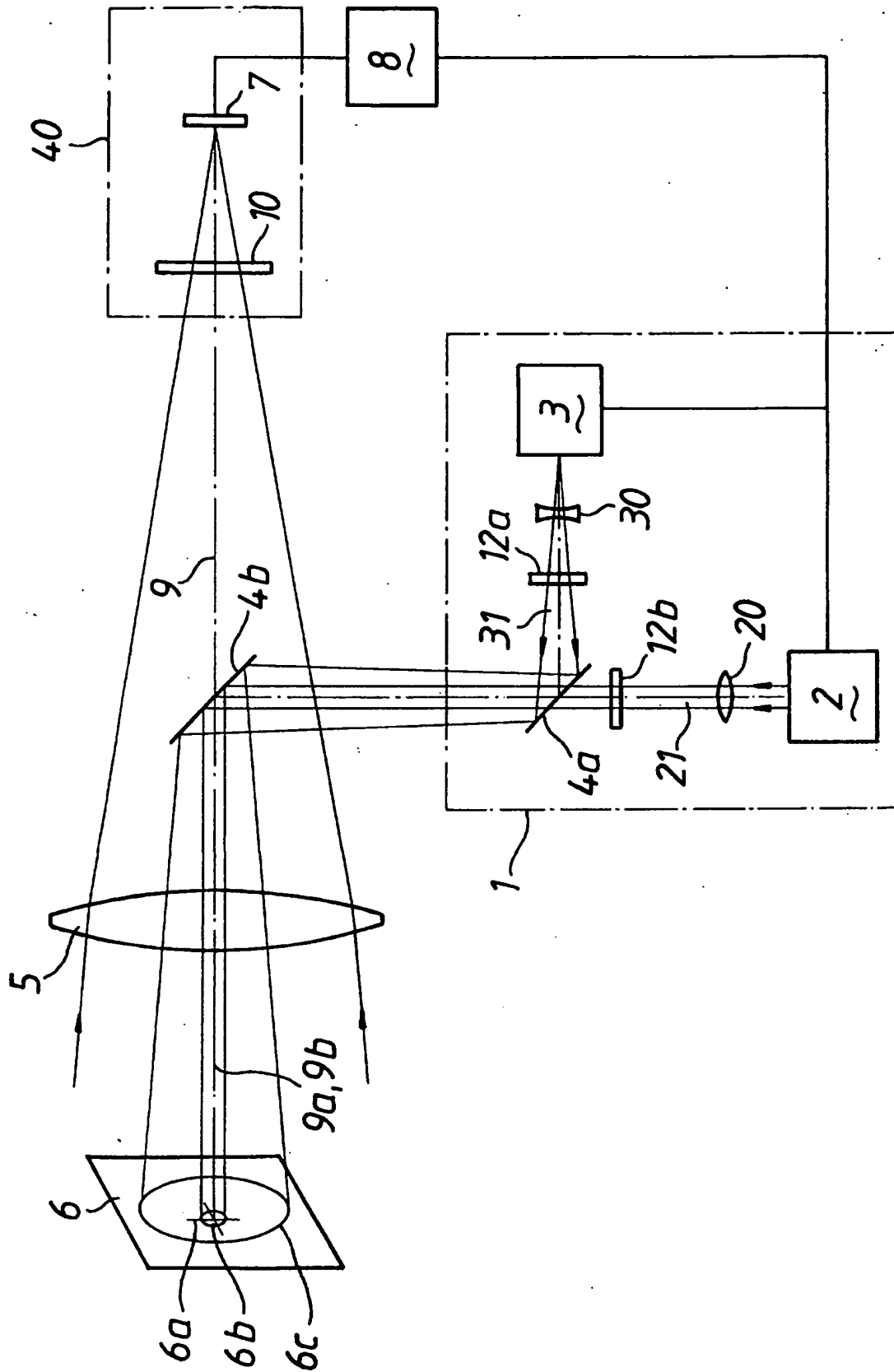


Fig. 4

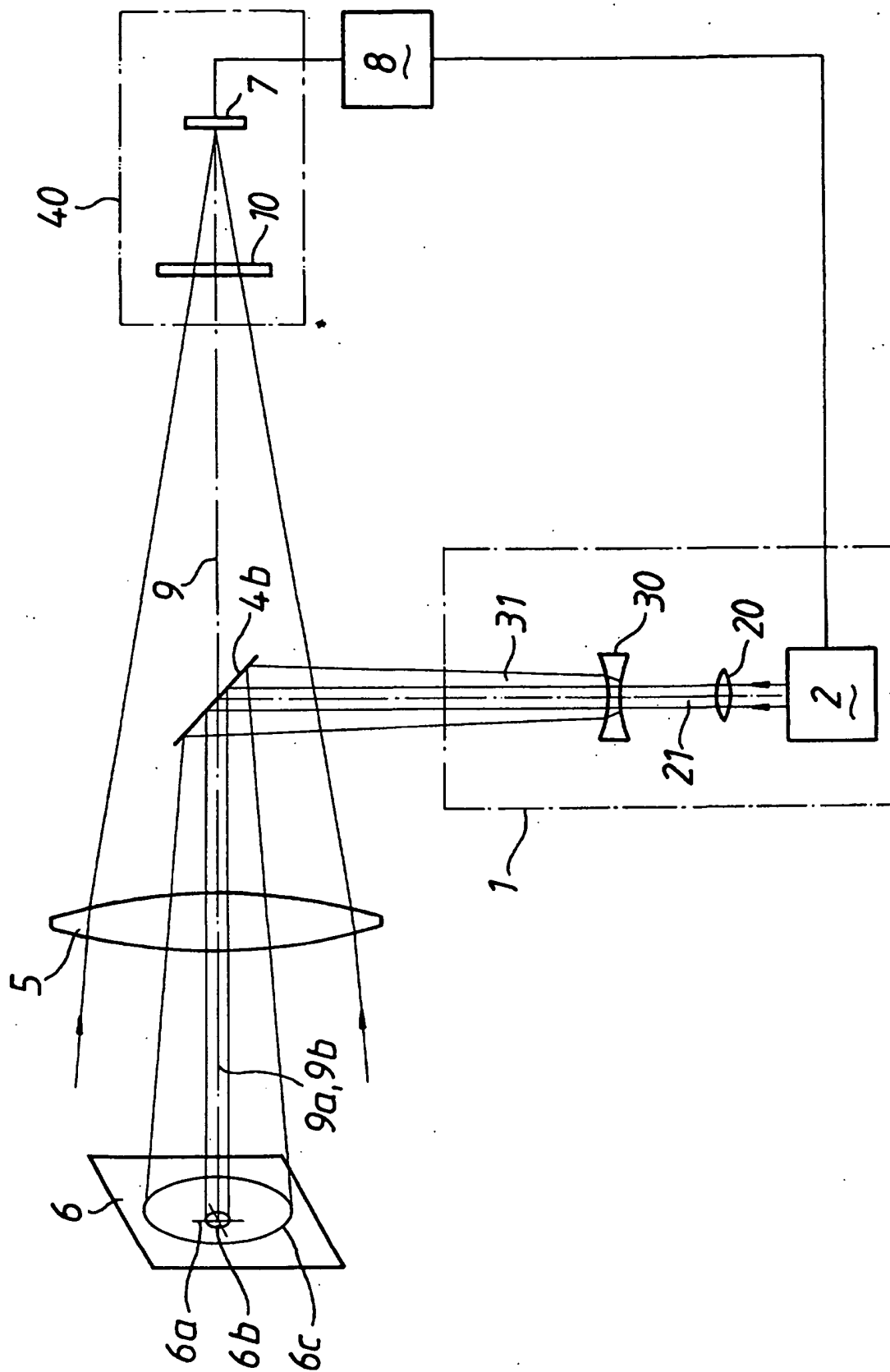


Fig. 5a

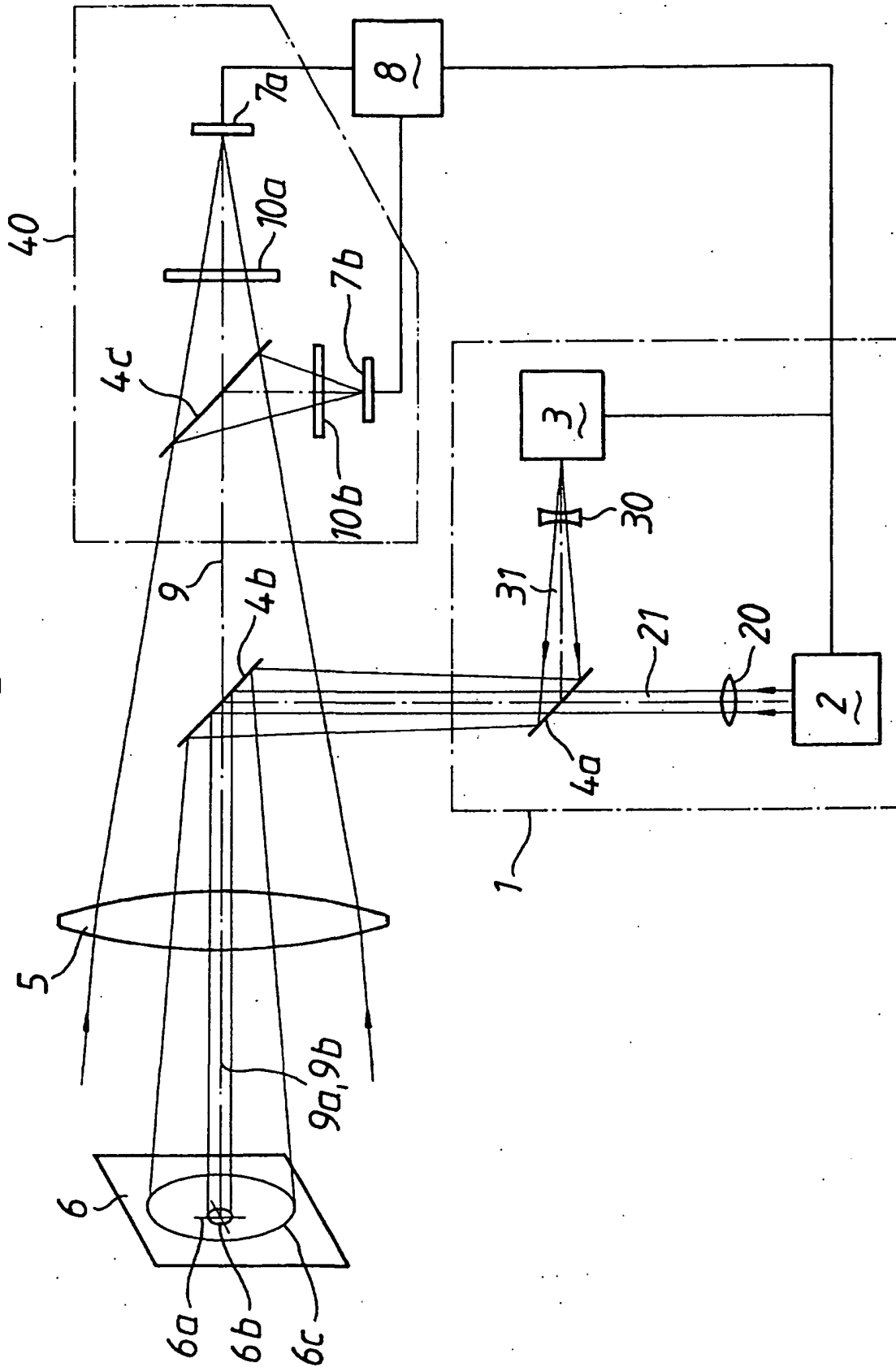
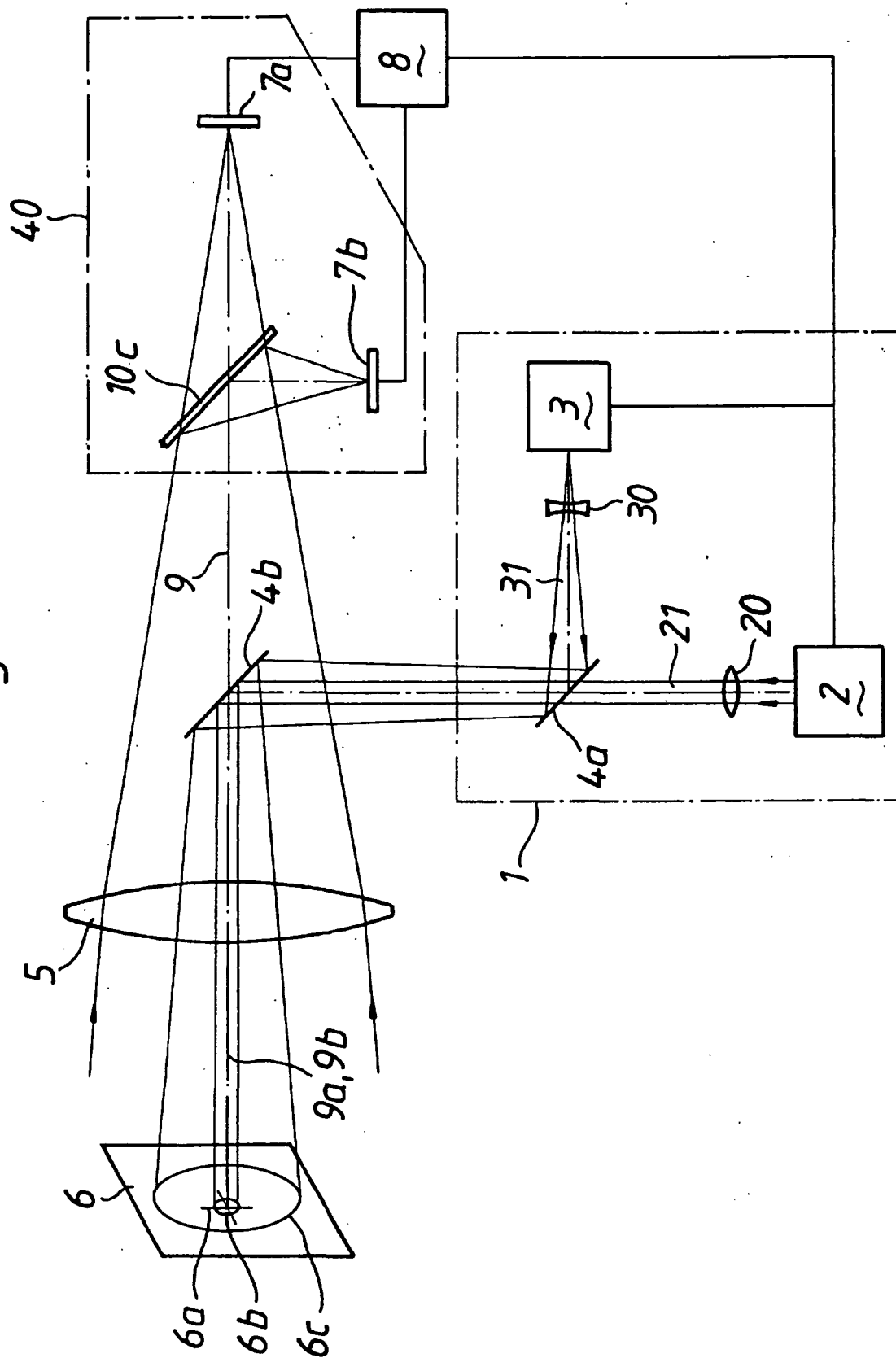


Fig. 5b



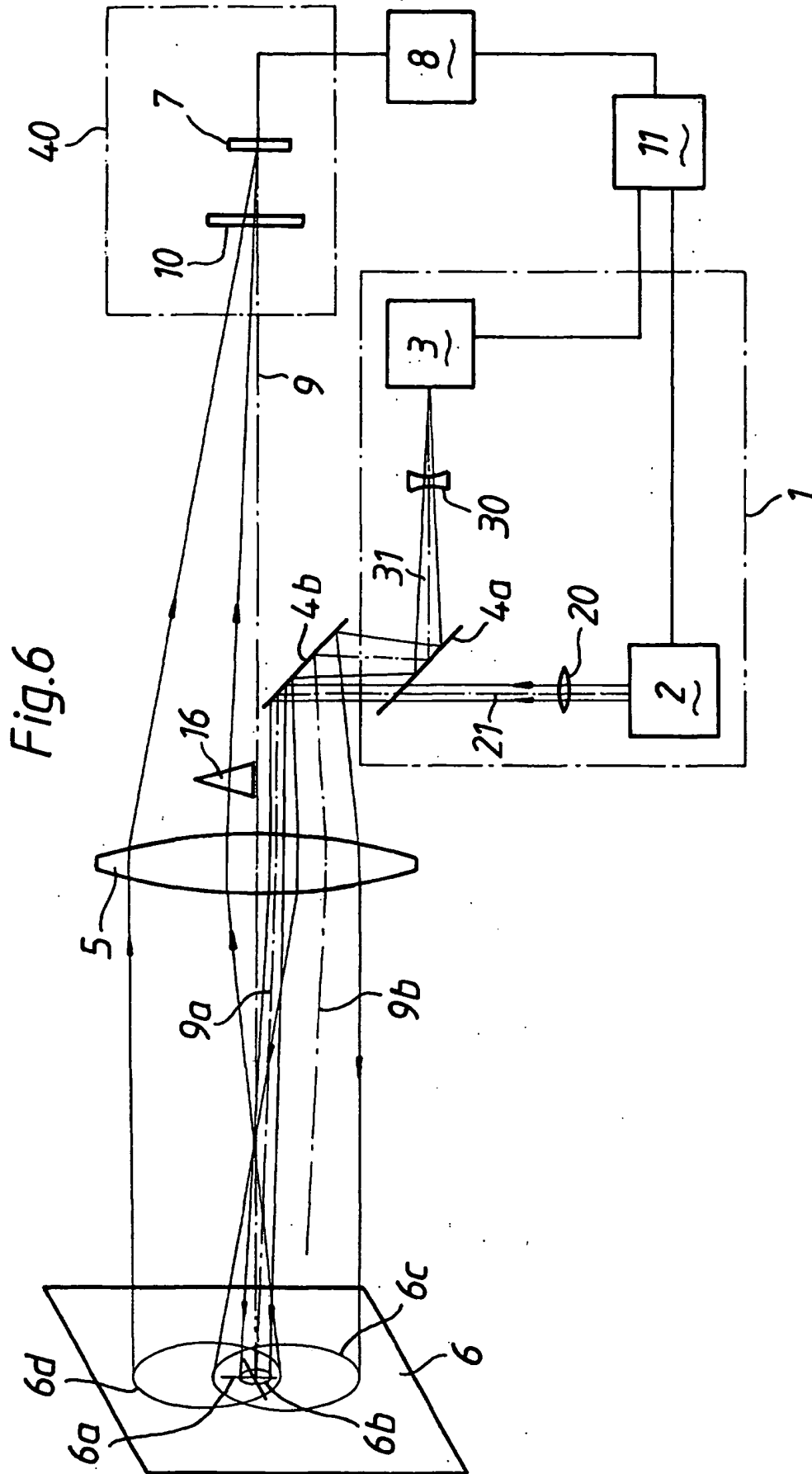




Fig. 7

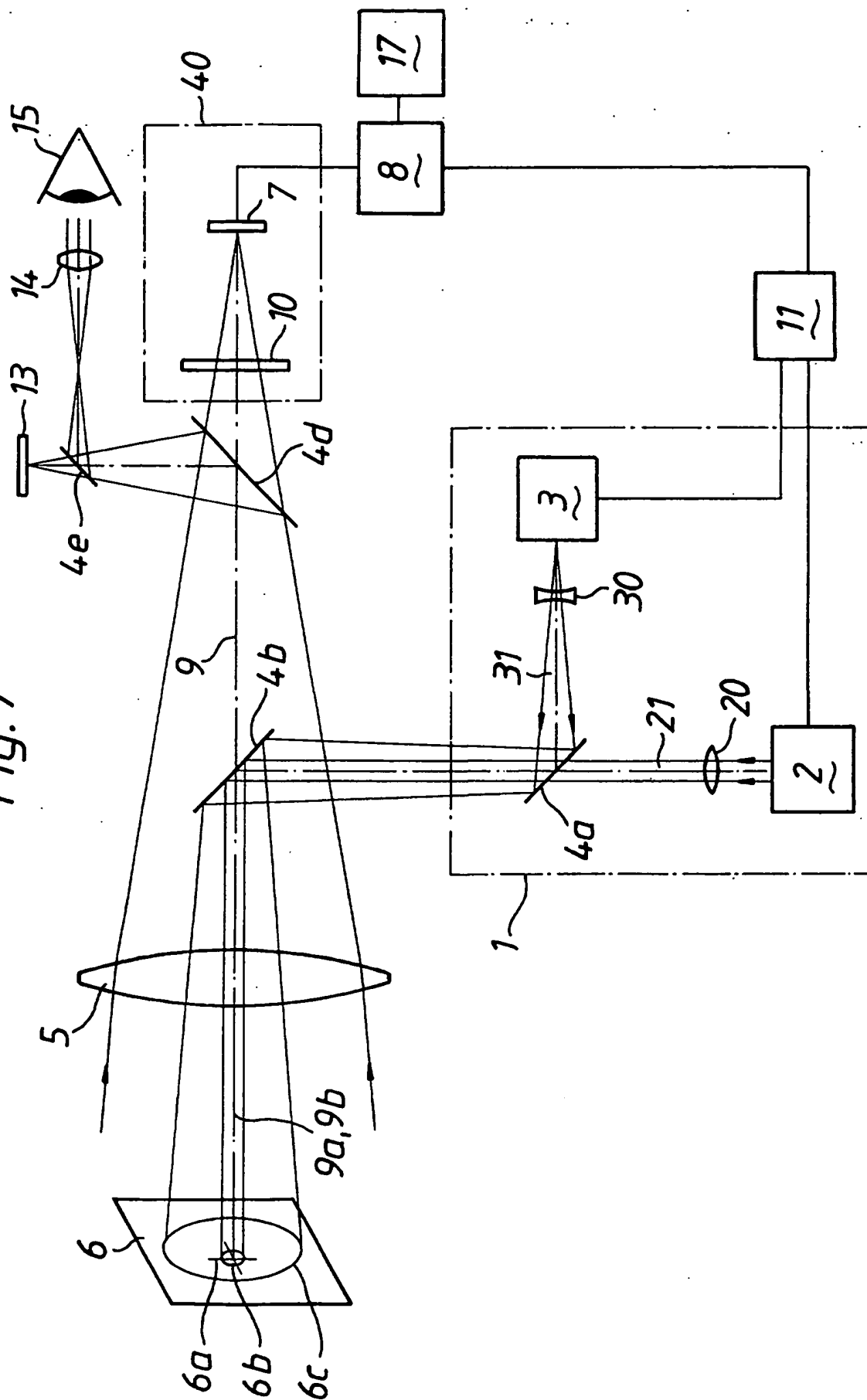
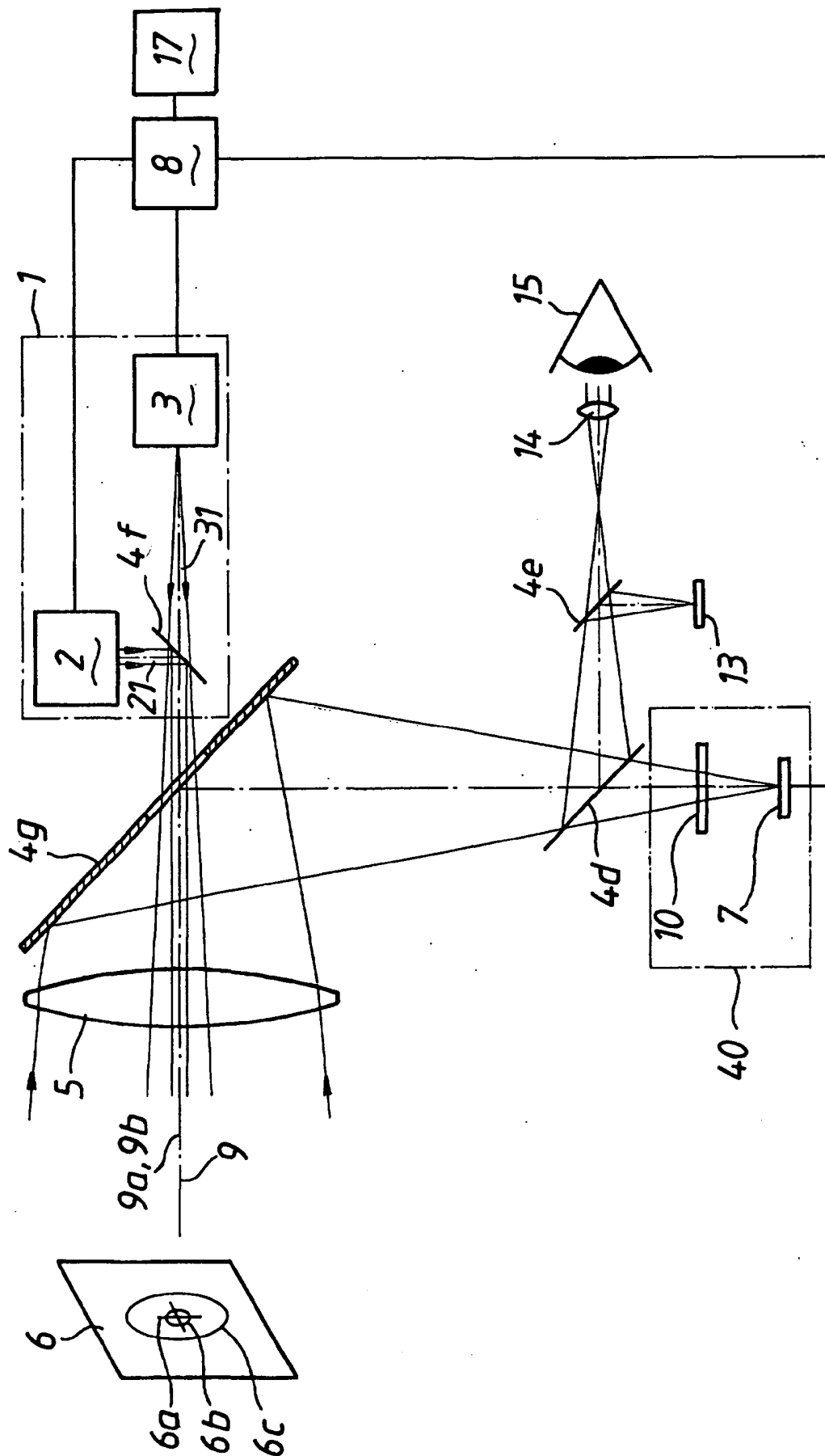


Fig. 8



**This Page is Inserted by IFW Indexing and Scanning  
Operations and is not part of the Official Record.**

**BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images include but are not limited to the items checked:

- ☐ BLACK BORDERS
- ☐ IMAGE CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- ☒ FADED TEXT OR DRAWING
- ☒ BLURRED OR ILLEGIBLE TEXT OR DRAWING
- ☐ SKEWED/SLANTED IMAGES
- ☐ COLOR OR BLACK AND WHITE PHOTOGRAPHS
- ☐ GRAY SCALE DOCUMENTS
- ☒ LINES OR MARKS ON ORIGINAL DOCUMENT
- ☒ REFERENCE(S) OR EXHIBIT(S) SUBMITTED ARE POOR QUALITY
- ☐ OTHER: \_\_\_\_\_

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning these documents will not correct the image problems checked, please do not report these problems to the IFW Image Problem Mailbox.**